１０．電流と直流回路

《ａ》電流　（**教科書** P.200 ～ 201、**問題集** P.78 ～ 79）

電子やイオンの運動による電荷の移動を電流という。電流の強さは単位時間に流れる電気量で表す。

電流の向き　＝　正電荷が流れる向き　←→　電子の移動方向とは逆

電気量と電流　$\boxed{\qquad = \qquad}$

***Q*：電気量**[C]＝[A･s]
***I*：電流**　[A]**アンペア**
***t*：時間**　[s]

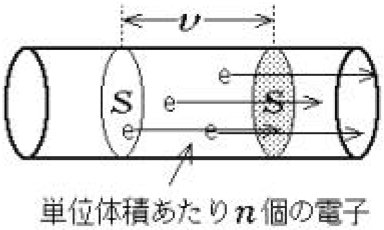
【問】導線を１ A **の電流が流れているとき１秒あたり何個の電子が通過していることになるか。電気素量を** 1.6×10^{-19}C **として計算せよ。**

導体中の電子の運動

電気量 *e* を持つ電子が、一定の速さ *v* で導体中を一方向に運動しているものとする。導体の断面積を *S*、導体内の自由電子密度を *n* とする。電子は１秒間に *v* だけ進むから、ある断面を１秒間に通過する電子は、*vS* という体積の中に含まれる。

１秒間に通過する電子数　$\boxed{N = \qquad}$

電流の強さ
（１秒間に移動する電気量）　$\boxed{I = \qquad}$

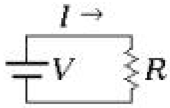


【問】断面積 1.0mm^2 **の銅線に** 1.0A **の電流が流れるとき、自由電子の平均の速さはいくらか。ただし、銅の自由電子密度は** 8.5×10^{28} **個**/m^3**、電気素量は** 1.6×10^{-19}C **とする。**

《ｂ》オームの法則　（教科書 P.202 ～ 203、問題集 P.78 ～ 81）

導体に流れる電流と、導体の両端の電圧（電位差）とは比例する。

オームの法則	＝	単位 V：電圧　[V] I：電流　[A] R：電気抵抗 [Ω]（オーム）= [V/A]
電気抵抗の式	＝	ρ：抵抗率　[Ω m] L：導体の長さ　[m] S：導体の断面積 [m^2]



電位降下：抵抗 R を電流 I が流れると、出口では RI だけ電位が下がる。

【問】断面積１ mm^2、長さ 100m の銅線の電気抵抗を求めよ。銅の抵抗率を 1.7×10^{-8} Ω m とする。また、この銅線の両端に 100V の電圧を加えるとき、流れる電流を求めよ。

電力とジュールの法則

抵抗 R の両端に電圧 V が加わり、電流 I が流れているとする。

仕事と電位差の式

W ＝

t 秒間に移動する電気量

Q ＝

代入

オームの法則

W ＝

代入

t で割る

ジュールの法則（発生する熱量）

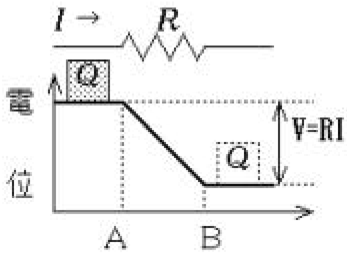
W ＝

[J]（ジュール）

電力の定義（仕事率）

P ＝

[W]（ワット）＝ [V・A] ＝ [J/s]



【問】100W の電球を 100V の電源につないで１時間点灯した。流れる電流は何 A か。消費された電力量は何 kWh か。これが最終的にすべて熱に変わったとすると、何 J の熱が発生しているか。

《c》抵抗の接続　（教科書 P.204 ～ 205、問題集 P.80 ～ 81）

直列接続

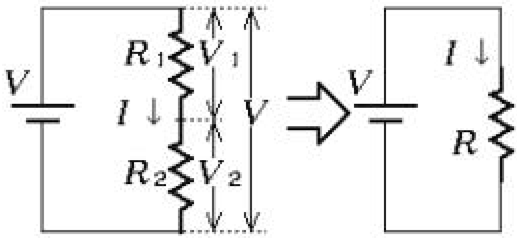
直列接続は一本道なので、それぞれの抵抗の [　　　] が等しい。

R_1 についてのオームの法則の式

$V_1 =$

R_2 についてのオームの法則の式

$V_2 =$



二つ合わせて
１個の抵抗と見る

辺々加え合わせる

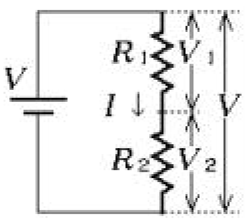
$V = V_1 + V_2 =$

V ＝ R I と比較
全電圧　合成抵抗

直列接続の合成抵抗の式　$R =$

電圧の抵抗分割

直列接続した抵抗に加わる電圧の比を求めてみよう。



直列合成抵抗の式　$R =$

流れている電流　$I =$

R_1 の両端の電圧　　R_2 の両端の電圧

オームの法則 $V = RI$ より　$V_1 =$　　$V_2 =$

直列接続の抵抗で分割された電圧の比　$V_1 : V_2 =$

【問】３つの抵抗 R_1, R_2, R_3 を直列につなぎ、各接続点から入力電圧 V の 1/10、1/100 の電圧を得たい。$R_1 : R_2 : R_3$ をいくらにすればよいか。

並列接続

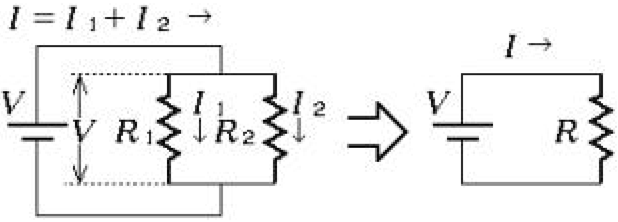
並列接続では、それぞれの抵抗に加わる ［　　　］ が等しい。

R_1 に流れる電流

$I_1 =$

R_2 に流れる電流

$I_2 =$



二つ合わせて
１個の抵抗と見る

辺々加え合わせる

$I = I_1 + I_2 =$

$I = V / R$ と比較
全電流　　合成抵抗

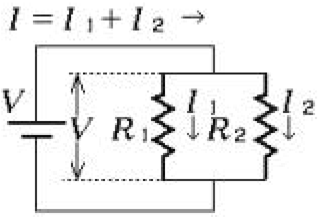
並列接続の合成抵抗の式

$$\frac{1}{R} =$$

【問】１Ωの抵抗２本を、直列につないだときの合成抵抗はいくらか。また、並列につないだときの合成抵抗はいくらか。

電流の分流

並列接続した抵抗に流れる電流の比を求めてみよう。



オームの法則 ［　　　］

R_1 に流れる電流

$I_1 =$

R_2 に流れる電流

$I_2 =$

並列接続された抵抗に流れる電流の比

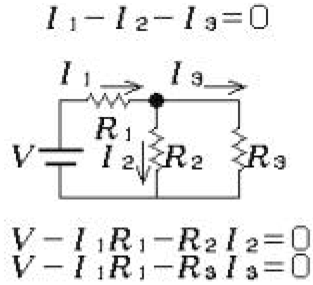
$I_1 : I_2 =$

【問】0.1A までしか電流を流せない電流計に抵抗を並列に接続することで、10A までの電流を測定できる電流計をつくりたい。もとの電流計の抵抗を 1.0 Ω とすると、並列につなぐ抵抗は何Ωであればよいか。

《d》キルヒホッフの法則　（教科書 P.206 〜 207、問題集 P.82 〜 85）

キルヒホッフの法則

第一法則【電気量保存の法則】
回路網の分岐点に流れ込む電流の代数和は0
（流入電流は正、流出電流は負と考える）
第二法則【電圧の関係式】
任意の経路を一巡しながら、各部の電位降下・電位上昇の代数和は0
（電位上昇は正、電位降下は負と考える）

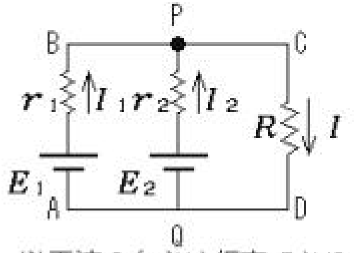


注）代数和とは「正負の符号を考慮した合計」の意味

直流回路の解法の手順

①各抵抗等を流れる電流（向きも）と両端の電圧を適当な文字で仮定する。
②いくつかの分岐点について**電気量保存の法則**の式を立てる。(式(ア))
③いくつかの閉じた経路に沿って一巡しながら**電圧の関係式**を立てる。
④各抵抗等について**オームの法則**の式（素子の特性式）を作り、③の式に代入する。(式(イ))
⑤式(ア)と式(イ)を連立して解く。

【問】右の図のように起電力が E_1、E_2、内部抵抗がそれぞれ r_1、r_2 の電池を並列につなぎ、抵抗 R に接続した。各部を流れる電流を I_1、I_2、I として以下の式を立てよ。



(注)電流の向きは仮定である。

点Pにおける電気量保存の法則の式（第一法則）　(ｱ)

経路ＡＢＣＤについての電圧の関係式（第二法則）

(ｲ)

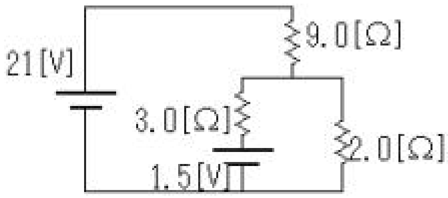
経路ＡＢＰＱについての電圧の関係式（第二法則）

(ｳ)

R についてのオームの法則
r_1 についてのオームの法則
r_2 についてのオームの法則

(ｱ)(ｲ)(ｳ)の３式を連立方程式として解くことにより、I_1、I_2、I を得る。

【問】右図の回路が前ページの回路と等価であることを確かめ、$E_1 = 21$V、$E_2 = 1.5$V、$r_1 = 9.0\ \Omega$、$r_2 = 3.0\ \Omega$、$R = 2.0\ \Omega$として(ｱ)～(ｳ)の連立方程式を解け。

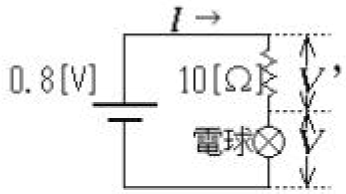


非オーム抵抗を含む回路　（問題集 P.86 ～ 87）

非オーム抵抗：電流と電圧が比例しない（オームの法則を満たさない）抵抗
例：電球、ダイオード、トランジスタなど

> 非オーム抵抗を含む回路の問題は電流電圧特性のグラフ（$I - V$グラフ）を使って作図で解く。連立方程式の解が、それぞれの式をグラフで表したものの交点の座標として与えられることを用いる。

【問】図１のような電流電圧特性を持つ電球と 10 Ωの抵抗を直列につなぎ、0.8V の電池に接続した。このとき回路を流れる電流 I と電球にかかる電圧 V を求めよ。



電圧の関係式	$V + V' =$	①
Rのオームの法則	$V' =$	②
電球の電流電圧特性	$I = f(V)$　　図１	③

①～③の連立方程式を解くが③は計算不能なので

②を①に代入して、	$I =$	④

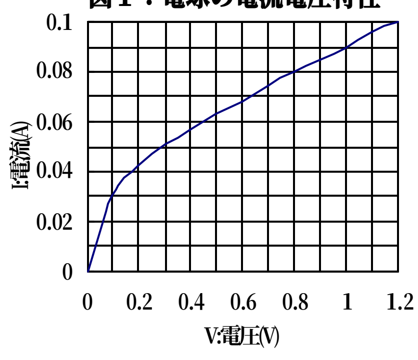


図１：電球の電流電圧特性

図１に④のグラフを重ねて描き、交点の座標を求めれば③と④の連立方程式を作図で解いたことになる。

∴交点の座標より　$I =$　　　　[A]　　$V =$　　　　[V]